

PERANCANGAN SILINDER HIDROLIK PADA MESIN *MOLDING* KARET DENGAN KAPASITAS 25 TON

Muhammad Al Haramain^{*}, Riki Effendi, Harmanung Adi Susilo
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

^{*}Email: alharamain@ftumj.ac.id

Diterima: 23-05-2017

Direvisi: 28-05-2017

Disetujui: 01-06-2017

ABSTRAK

Sistem hidrolik secara luas telah dipergunakan untuk berbagai macam alat. Sistem yang dikembangkan dari hukum pascal ini menjadi salah satu ilmu yang vital penggunaannya di dunia industri. Mulai dari usaha kecil semacam tempat pencucian mobil sampai dengan industri besar seperti mesin molding. Komponen yang tersusun dalam silinder hidrolik meliputi tabung, piston, as rod, gland, cover, dan seal. Setiap komponen mempunyai fungsi dan peranan masing-masing dan jenis seal disetiap komponen juga berbeda tipe, untuk material komponen silinder hidrolik tidak harus tahan karat karena oli hidrolik selain untuk penggerak juga berfungsi untuk melumasi komponen silinder hidrolik. Semakin besar tekanan di dalam tabung hidrolik semakin tebal pula dinding tabung hidrolik, agar seal tidak terjadi kebocoran jenis profil dan material harus sesuai dengan keadaan silinder hidrolik, untuk teknik sambungan di dalam komponen silinder hidrolik juga harus diperhatikan seperti saat pengelasan, bahan kawat las harus sesuai dengan material yang akan di las. Untuk metode yang digunakan dalam perancangan silinder hidrolik pada mesin molding karet adalah metode analisis kolom lurus terbebani di pusat untuk as rod, metode MAWP (*Maximum Allowable Working Pressure*) untuk kekuatan tabung. Hasil dari perancangan ini adalah untuk kolom lurus terbebani di pusat berukuran pendek, dan untuk kekuatan tabung mampu menahan tekanan 607,74 bar serta biaya yang dibutuhkan untuk membuat silinder hidrolik pada mesin molding karet sangatlah terjangkau.

Kata kunci: silinder hidrolik, seal hidrolik, mesin *molding*, MAWP.

ABSTRACT

*The hydraulic system has been widely used for various tools. The system developed from Pascal's law becomes one of the vital knowledge that its use in the industrial world. Ranging from small businesses to some kind of a car wash with large industries such as molding machine. The components are arranged in the hydraulic cylinder includes a tube, piston, rod axles, gland, and seal. Each component has the function and role of each and every component seal types are also different types, for a material component of the hydraulic cylinder must not rustproof for hydraulic oil in addition to the driving also serves to lubricate the hydraulic cylinder components. The greater the pressure in the hydraulic tube is getting thicker the hydraulic tube wall, so that the seal does not leak type of profile and material must be in accordance with the state of the hydraulic cylinder, for the connection technique in the hydraulic cylinder components should also be considered such as when welding, welding wire material must be in accordance with the material to be welded. For the methods used in the design of the hydraulic cylinder on the rubber molding machine is an analytical method burdened straight column in the center of axle rod methods MAWP (*Maximum Allowable Working Pressure*) to force the*

tube The results of this design is for a straight column burden in the short-sized center, and to the strength of the tube can withstand the pressure 607.74 bar as well as the costs required to make the hydraulic cylinders in rubber molding machine is very affordable.

Keywords: *hydraulic cylinders, hydraulic seal, molding machine, MAWP.*

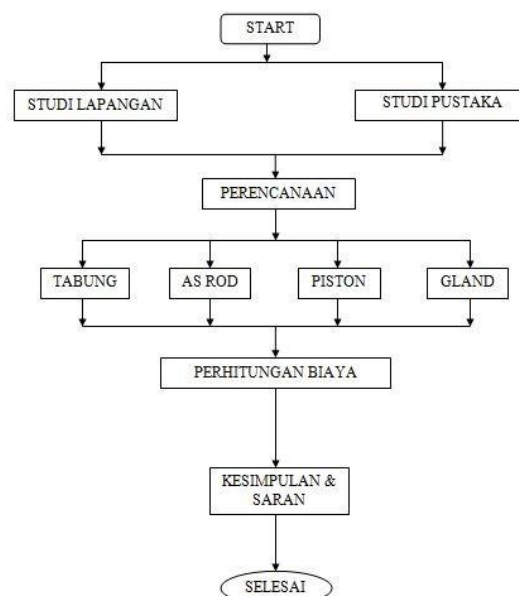
PENDAHULUAN

Tanaman karet merupakan tanaman yang banyak dipilih petani untuk dibudidayakan di perkebunan, tanaman karet banyak dijumpai di pulau Sumatra dan pulau Kalimantan walaupun hampir di seluruh wilayah Indonesia karet dapat berkembang dan tumbuh. Para petani hanya bisa menjual karet pada pabrik-pabrik pengolahan karet, mereka pun tidak bisa mengolah sendiri dikarenakan mesin untuk pengolah karet lumayan mahal, sebelum ada mesin pres karet berbasis hidrolik para petani memakai cara pres manual dengan menggunakan as berulir sama seperti pres pada tambal ban, tetapi kelemahan sistem tersebut tidak mampu mengepres dalam kapasitas besar. Sistem hidrolik khususnya pada mesin pres karet sangat rawan terjadi masalah, oleh sebab itu diperlukan silinder hidrolik yang berkualitas dan biaya untuk pembuatannya komponen harus efisien.

Masalah yang sering terjadi di dalam komponen hidrolik adalah kebocoran, bengkaknya *as rod*, rusaknya glan karena kontak dengan *as rod*, rusaknya tabung karena kontak dengan piston, kekuatan *seal* menahan tekanan yang tidak sesuai dan harga sebuah sistem hidrolik sangatlah mahal. Untuk *part-part* dan *seal-seal* dalam silinder hidrolik pada mesin pres karet yang standar pabrik harganya sangat mahal, melihat kasus tersebut penulis akan merancang *part-part* dan *seal-seal* yang ada di dalam silinder hidrolik dan akan memodifikasinya supaya harga mesin bisa lebih terjangkau untuk petani karet.

METODE PENELITIAN

Dalam perancangan ini dilakukan langkah-langkah seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan data perancangan yang dibutuhkan. Untuk merancang suatu silinder hidrolik harus mengetahui STAMP, yaitu:

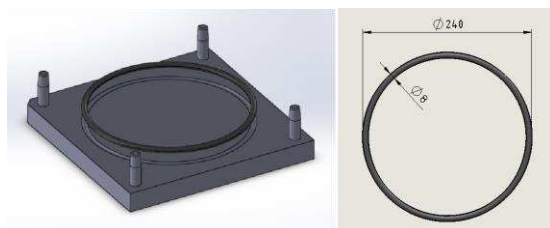
- *Speed*
- *Temperature*
- *Application*
- *Media*
- *Pressure*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk urutan proses perancangan silinder hidrolik mencakup tabung, piston, *as rod*, *gland* dan untuk penyambungan menggunakan metode las dan metode baut.

Langkah pertama adalah mencari gaya yang bekerja pada mesin pres karet.

Perhitungan Kapasitas



Gambar 1. Molding karet o-ring (natural rubber)

Data karet o-ring:

$$\sigma = 3,05915 \text{ kgf/mm}^2$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$L = 753,6 \text{ mm}$$

$$r = 120 \text{ mm}$$

Gaya tekan adalah

$$F = \sigma \cdot t \cdot L \quad (1)$$

$$\begin{aligned} F &= 3,05915 \text{ kgf} \times 10 \text{ mm} \times 753,6 \text{ mm} \\ &= 23\,053,7544 \text{ kgf} \\ &= 23,054 \text{ ton} \approx 23 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kapasitas mesin *molding* dijadikan 25 ton.

Perancangan Tabung

Dari kebutuhan data dilapangan diperoleh:

$$F = 25 \text{ Ton}$$

$$P = 90 \text{ bar}$$

$$A = F/P \quad (2)$$

$$\text{didapat luas penampang } A = 0,027 \text{ m}^2$$

$$r = 92,94 \text{ mm}$$

$$d = 185,46 \text{ mm}$$

diambil data tabung dengan,
diameter $d = 200 \text{ mm}$

Tabel 1. Katalog Tabung Standar

ID x OD mm	Kg/mm ² apply to pressure	ID x OD mm	Kg/mm ² apply to pressure	ID x OD mm	Kg/mm ² apply to pressure	ID x OD mm	Kg/mm ² apply to pressure	ID x OD mm	Kg/mm ² apply to pressure	ID x OD mm	Kg/mm ² apply to pressure	ID x OD mm	Kg/mm ² apply to pressure
18 x 31	751	65 x 75	160	100 x 115	156	140 x 160	148	185 x 204		260.35 x 298.45			
20 x 30	520	65 x 80	240	100 x 120	208	140 x 165	185	185 x 219/220		270 x 355			
25 x 35	416	65 x 85	320	100 x 125	260	140 x 170	225	190 x 219/220		280 x 340			
30 x 40	346	69.85 x 85		100 x 130	312	145 x 160		190 x 232		280 x 356			
32 x 42	325	70 x 80	148	101.6 x 118		145 x 165		190.5 x 232		300 x 318	63		
35 x 41	180	70 x 85	238	101.6 x 125		145 x 170		200 x 216	83	300 x 300	173		
35 x 45	297	70 x 90	297	105 x 120	150	150 x 170	140	200 x 219/220		304.8 x 355	174		
38 x 50	330	75 x 85	138	105 x 125	200	150 x 175	173	200 x 232	166	317.5 x 354.84			

Perhitungan Tekanan

Perhitungan mengenai tekanan yang berdasarkan MAWP (*Maximum Allowable Working Pressure*) yang ada, agar sesuai dengan faktor keamanan yang berlaku.

$$P = S_a \cdot E \cdot t \quad (3)$$

diketahui:

$$S_a = 380 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 1$$

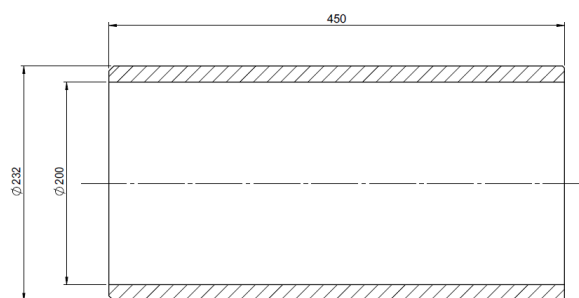
$$t = 16 \text{ mm}$$

$$r_i = 100 \text{ mm}$$

didapat tekanan

$$P = 6,199 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 607,745 \text{ bar}$$



Gambar 2. Dimensi Tabung

Perhitungan Tegangan

Perhitungan tegangan longitudinal (SL) dalam tabung:

$$SL = P \cdot d_o / 4t \quad (4)$$

diketahui:

$$P = 607,745 \text{ bar} = 6,199 \text{ kg/mm}^2$$

$$d_o = 232 \text{ mm}$$

$$t = 16 \text{ mm}$$

didapat:

$$SL = 22,47 \text{ kg/mm}^2$$

Perhitungan tegangan tengensial (SH) dalam tabung:

$$SH = P d_o / 2t \quad (5)$$

Didapat

$$SH = 44,94 \text{ kg/mm}^2$$

Sedangkan harga tegangan radial (SR) didapat:

$$SR = 17,92 \text{ kg/mm}^2$$

Perhitungan tegangan von-mises / tegangan ekuivalen, menggunakan persamaan

$$S_v = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad (6)$$

Dengan memasukkan nilai SL, SH, dan SR ke persamaan 6 didapat tegangan ekuivalen.

$$S_v = 25,05 \text{ kg/mm}^2 \\ = 245,67 \text{ N/mm}^2$$

Perhitungan faktor keamanan (SF):

$$SF = S_u / S_v > 1 \quad (7)$$

$$= 380 \text{ N/mm}^2 / 245,67 \text{ N/mm}^2 \\ = 1,55 > 1$$

Perancangan As Rod

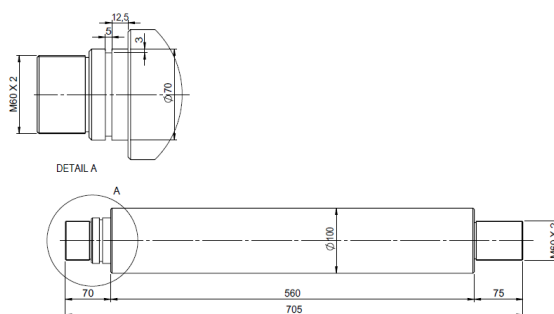
Untuk merancang as rod harus mengetahui beberapa faktor antara lain adalah beban yang akan di dorong dan aplikasi as rod. Untuk material as rod menggunakan SAE1045 (S45C) berdiameter 100 mm dikarenakan dimensi tersebut ada dalam catalog as rod PTM.

Tabel 2. Katalog Standar As Rod

Diameter Ø (mm)	Diameter Ø (mm)	Diameter Ø (mm)	Diameter Ø (mm)	Diameter Ø (mm)	Diameter Ø (mm)	Diameter Ø (mm)	Diameter Ø (mm)
4	15	25	38	60	82.55	114.3	150
6	16	25.4	38.1	63	85	115	152.4
7	17	28	40	63.5	88.9	120	160
8	18	30	44.45	65	90	125	165
9.52	19	31.5	45	69.85	95	127	170
10	19.05	31.75	50	70	100	130	180
12	20	32	50.8	71	101.6	135	200
12.5	22	35	55	75	105	139.7	
13	22.4	35.5	56	76.2	107.95	140	
14.28	24	36	57.15	80	110	145	

Remark
(External Diameter Accuracy) : H, h8
(Surface Roughness) : 0.8 ~ 1.6S
(Hard Chrome Thickness) : 20 Micron ± 5%
(Surface Hardness) : HV800 (minimum)
(Standard Lengths) : 3 ~ 6 M
(Special Lengths) : 10 M
(Standard Size) : Ø4 ~ Ø 200 mm
(Material) : SAE1045 (S45C)
(Other Specifications can be Custom-made)

Usage
Pneumatic/Hydraulic Cylinder shaft, Column, Plastic injection machines, Fitness equipment and Automachine, Precision shaft.



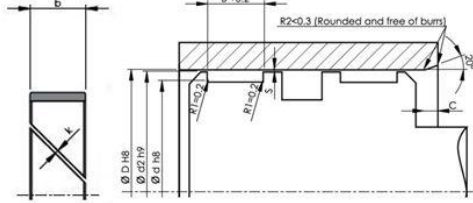
Gambar 3. Dimensi As Rod

Perancangan Piston

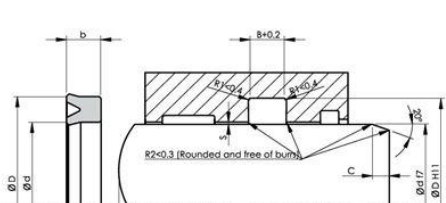
Setelah dimensi tabung diketahui kita bisa mendesain piston untuk silinder hidroliknya, adapun data yang diperlukan adalah diameter dalam tabung dan tipe silinder, apakah *single acting* atau *double acting*, dan untuk material dipilih S30C dikarenakan lebih lunak dibandingkan material tabung.

Tabel 3. Perencanaan Seal Piston

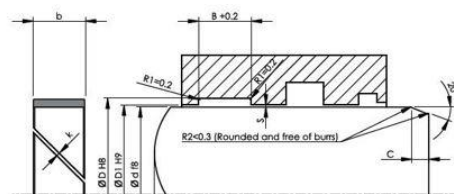
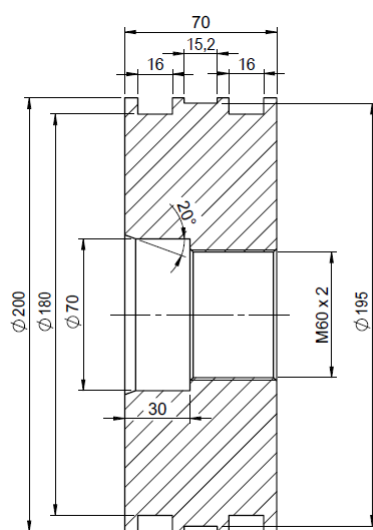
ALP No - Code	Øcyl - Dimension	Ød	ØD	b	B	C	PU	NBR
A101-170	170x200x15	170	200	15	16	8	PU	NBR
A101-175/1	175x200x16	175	200	16	17	7	PU	NBR
A101-175	175x215x20	175	215	20	21	9	PU	NBR
A101-177	177.8x203.2x22.7	177.8	203.2	22.7	23.7	7	PU	NBR
A101-180/1	180x200x15	180	200	15	16	8	PU	NBR

Tabel 4. Perencanaan *Wearing* Piston


ALP No - Code	ØLçü - Dimension	Ød	ØD	b	B	ØD1	Ød2	K-
A251-180	180x185x15	180	185	15	15.20	180.60	184.40	3.50
A251-185	185x190x15	185	190	15	15.20	185.60	189.40	3.50
A251-190	190x195x15	190	195	15	15.20	190.60	194.40	3.50
A251-194	194x200x19	194	200	19	19.20	194.60	199.40	3.50
A251-195	195x200x15	195	200	15	15.20	195.60	199.40	3.50

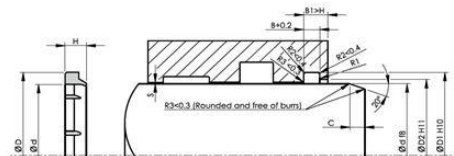
Tabel 5. Perencanaan *Rod Seal*


ALP No - Code	ØLçü - Dimension	Ød	ØD	b	B	C	PU	NBR
A101-096/3	95x120x12	95	120	12	13	7	PU	NBR
A101-096	96x105x11	96	105	11	12	4	PU	NBR
A101-100/5	100x110x5	100	110	5	6	4.5	PU	NBR
A101-100/7	100x110x8	100	110	8	9	4.5	PU	NBR
A101-100/8	100x115x12	100	115	12	13	5.5	PU	NBR
A101-100/1	100x120x12	100	120	12	13	6	PU	NBR

Tabel 6. Perencanaan *Wearing* Rod

ALP No - Code	ØLçü - Dimension	Ød	ØD	b	B	ØD1	Ød2	K-
A251-096	95x100x15	95	100	15	15.20	95.50	99.50	2.50
A251-096/3	95x100x20	95	100	20	20.20	95.50	99.50	2.50
A251-100/1	100x105x9.7	100	105	9.70	9.90	100.50	104.40	3.50
A251-100	100x105x15	100	105	15	15.20	100.50	104.40	3.50
A251-104	104x110x12.5	104	110	12.50	12.70	104.60	109.40	3.50
A251-105/2	105x110x8	105	110	8	8.20	105.60	109.40	3.50

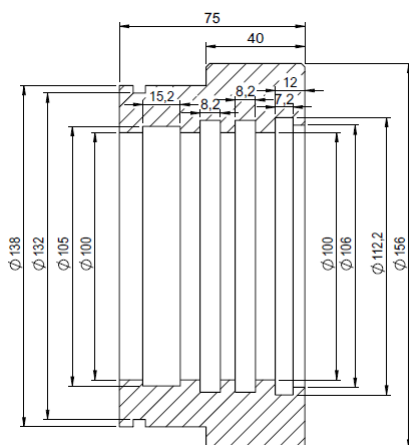
Gambar 4. Dimensi Piston

Tabel 7. Perencanaan *Wiper Seal*

ALP No - Code	ØLçü - Dimension	Ød	ØD	ØD1	ØD2	B	H	R1	PU	NBR
A202-095/2	95x105x8/6	95	105	105.2	97.6	6.35	8	1	PU	NBR
A202-095/3	95.12x105.02x6.35/4.46	95.12	105.02	105.62	99.22	4.76	6.35	1	PU	NBR
A202-095/4	95x107x7/5	95	107	107.2	101	5.3	7	1	PU	NBR
A202-100	100x112x12/7	100	112	112.2	106	7.2	12	1	PU	NBR
A202-100/1	100x115x13/9.2	100	115	115.2	108	9.5	13	1.5	PU	NBR
A202-101	101.6x114.3x9.52/6.12	101.6	114.3	114.3	109.91	6.35	9.52	1	PU	NBR

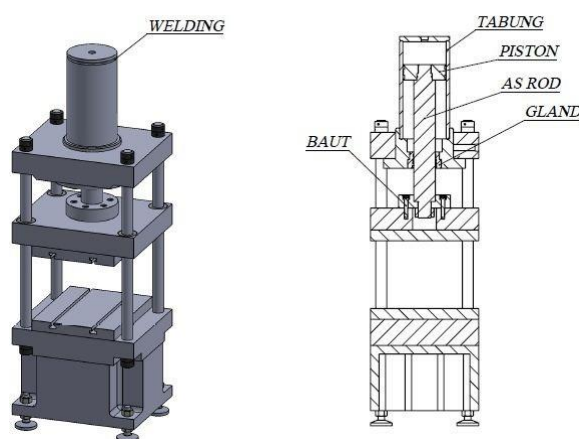
Perancangan *Gland*

Untuk perancangan gland bisa dibuat setelah diameter *as rod* diketahui, dikarenakan diameter *as rod* 100 mm, maka diameter dalam *gland* juga 100 mm dan diameter luar *gland* mengikuti pasangannya. Untuk material di pilih S30C dikarenakan lebih lunak dibandingkan material *as rod*.



Gambar 5. Dimensi Gland

Hasil Perancangan Silinder Hidrolik



Gambar 5. Hasil Perancangan Komponen Silinder Hidrolik

Perhitungan Biaya

Untuk perhitungan biaya meliputi biaya material dan biaya proses permesinan, dan belum termasuk biaya pergantian seal hidrolik.

Tabel 8. Biaya Pembuatan Silinder Hidrolik

No	Nama Komponen	Material	Biaya Material	Biaya Proses
1	Tabung	STKM13C (ID Honing)	Rp. 5.200.000	Rp. 150.000
2	Piston	S30C	Rp. 420.000	Rp. 450.000
3	As Rod	S45C (Hardchrome)	Rp. 3.700.000	Rp. 300.000
4	Gland	S30C	Rp. 240.000	Rp. 550.000
5	Baut	Baja	Rp. 40.000	Rp. 0
Total			Rp. 9.600.000	Rp. 1.450.000

Jadi total biaya keseluruhan adalah biaya material ditambah biaya proses menjadi Rp. 11.050.000,-. Biaya ini modal untuk pembuatan, harga jual bisa lebih mahal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tabung mampu menahan tekanan 607,74 bar, supaya seal tidak terjadi kebocoran jenis profil dan material harus sesuai dengan keadaan silinder hidrolik, dari keadaan tersebut diperoleh tipe seal A101 material NBR dengan tekanan kerja maksimal 160 bar.
2. Sambungan las pada silinder hidrolik dapat menahan tekanan 616.8 bar dengan jenis kawat las AWS A5.18, masih di bawah tegangan luluh (422,4 N/mm²).
3. Jenis *seal* yang cocok untuk piston menggunakan A101 dengan wear ring F01, seal rod menggunakan A101. wearing F01 dan wiper A202, dan O-ring R13, beban maksimal yang bisa diangkat hidrolik sebesar 110,65 ton.
4. Biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan silinder hidrolik adalah Rp. 11.050.000,- harga tersebut belum termasuk harga seal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wikipedia, 2015, Pengertian sistem hidrolik, https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_hidraulik
- [2] Onny, 2011, Aplikasi sistem hidrolik, <http://artikel-teknologi.com/aplikasi-sistem-hidrolik>
- [3] Vickers Industrial Hydraulics Manual, 1991, Konversi satuan
- [4] Arifin, Zulkarnain, 2003, Dasar-Dasar Hidrolik, Akademi Teknik Soroako
- [5] PT Total Prime, 2014, Product, <http://www.total-prime.com/products.html>
- [6] Irawan, Agustinus Purna, 2009, Diklat Elemen Mesin, Universitas Tarumanegara, Jakarta.
- [7] Onny, 2011, Komponen silinder hidrolik, <http://artikel-teknologi.com/komponen-silinder-hidrolik/>

- [8] Sularso, 2008, Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [9] Mott, Robert L., 2009, Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- [10] SAE Handbook, 2003, Society of Automotive Engineers
- [11] PT Tijara Pratama, 2004, Pelatihan dasar analisis tegangan pipa, Jakarta.
- [12] Wikipedia, 2016, Von Mises yield criterion, https://en.m.wikipedia.org/wiki/Von_Mises_yield_criterion.
- [15] Tjandra, 2007, Perancangan mesin press sampah kertas, Petra Christian University, Surabaya.
- [16] Suryatama, 2007, Perancangan Mesin Press Hidrolik Genteng Beton, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- [17] Roby, Rio, 2012, Perancangan mesin press tebu, Universitas Negri Yogyakarta, Yogyakarta.